

PEMANCAR AM STEREO

Ardi Amir*

In this project created an AM STEREO transmitter that the signal can be received on receiving AM MONO and AM STEREO. To obtain broadcast quality, should be using the receiver AM STEREO. The advantages of this transmitter broadcasts a bit cleaner when compared with AM MONO, but the transmitter AM STEREO was not hifi when compared with STEREO FM transmitter. Transmitter consists of four sections of the most important are:

- Isolator*
- Matrix Audio*
- Phase Modulator*
- Amplitude Modulator*

Keyword: *transmitter, amplitude modulator, AM Stereo*

1. Pendahuluan

Dalam kehidupan bermasyarakat, manusia tak luput dari hubungan komunikasi. Salah satu alat komunikasi yang sering digunakan adalah komunikasi radio, yaitu siaran radio (*broadcasting*). Hal tersebut dapat digunakan untuk komunikasi jarak dekat maupun jarak jauh, tanpa banyak mengeluarkan biaya dan tenaga disamping itu kualitas dan mutu dari siaran juga sangat diperlukan.

Dengan melihat dari mutu siaran, maka setiap orang menginginkan suatu siaran yang betul-betul dapat memuaskan, oleh sebab itu penulis membuat suatu alat yang mempunyai keunggulan tersendiri, selain jaraknya yang cukup jauh juga mempunyai kelebihan dibanding pemancar AM MONO yaitu pemancar AM STEREO.

Agar komunikasi dapat berlangsung, maka tentu dibutuhkan pemancar dan radio penerima. Radio pemancar atau transmitter memancarkan gelombang yang akan dapat diterima oleh radio penerima. Radio pemancar dalam operasinya agar tidak terjadi kekacauan frekuensi dengan pemancar-pemancar lainnya, maka frekuensi-frekuensinya dibagi dalam jalur-jalur tertentu.

Pemancar AM STEREO ini merupakan pemancar AM yang tidak umum seperti radio *broadcast* lainnya sehingga dalam perakitannya

diperlukan suatu pesawat penerima khusus. Untuk mengetahui mutu bunyi siarannya, dapat juga dimonitor dipenerima AM MONO. Untuk monitornya cukup dengan mengatur radio penerima umum untuk disamakan frekuensinya, maka penerima ini akan menangkap getaran gelombang yang dipancarkan pemancar tersebut.

Dalam perancangan pemancar AM STEREO ini dituntut ketelitian karena berhubungan dengan frekuensi-frekuensi tinggi yang banyak digunakan di Departemen Perhubungan. Penggunaan frekuensi ini kita kendalikan agar tidak mengganggu frekuensi-frekuensi alat komunikasi orang lain atau tidak mengganggu frekuensi pemerintah.

2. Tinjauan Pustaka

Secara garis besar sistem radio pemancar dapat menggunakan beberapa metode pumulasian salah satu adalah dengan menggunakanmetode modulasi amplitude (AM). Metode ini akan digunakan dalam pembuatan pemancar AM STEREO, yang dimana pemancar ini jarang ditemukan dan mempunyai mutu dari siarannya baik jika di bandingkan dengan AM STEREO, terdiri dari bebrapa rangkayan yaitu *isolator,modulator fasa, modulator amplitude*, dan *matriks audio*

* Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Palu

2.1 Isolator

Osilator adalah suatu rangkaian yang dapat membangkitkan osilasi. Dalam sistem komunikasi, osilator sangat diperlukan keberadaannya. Osilator merupakan blok dasar yang digunakan pada semua jenis perangkat radio. Banyak jenis dari rangkaian osilator yang dapat digunakan pada sistem telekomunikasi antara lain:

- Osilator jenis umpan balik (feed back)
- Osilator pergeseran fasa RC
- Osilator rangkaian yang ditala

Diantara osilator diatas yang penulis gunakan adalah osilator rangkaian yang ditala. Dimana osilator Kristal termasuk didalamnya. Fungsi Kristal yang digunakan dalam rangkaian osilator adalah untuk mengatur setiap osilator LC tala, jadi osilator ini mempunyai frekuensi yang tetap. Kristal dapat menggantikan suatu keseluruhan rangkaian tangki LC, atau juga dapat dipakai untuk menggantikan satu dari reaktansi-reaktansi dalam sebuah rangkaian tangki

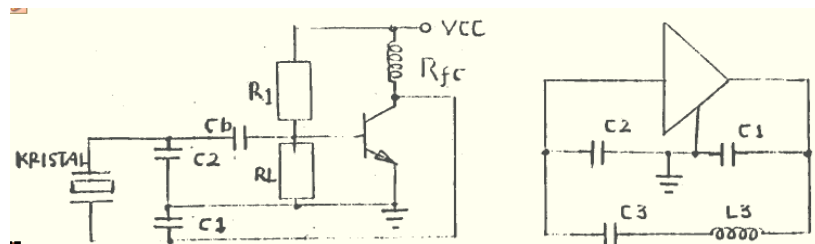
Osilator Kristal *PIERCE*, pada dasarnya adalah sebuah osilator rangkaian yang ditala (osilator *COLPITTS*) yang induktornya diganti dengan Kristal. Rangkaian ini diberikan dalam gambar 1. (a), sedangkan rangkaian ekuivalennya

dalam gambar 1. (b), dimana Kristal sudah digantikan dengan rangkaian ekuivalennya.

Frekuensi resonansi rangkaian ditentukan oleh resonansi seri dari rangkaian yang terdiri dari C_1 , C_2 , C_3 , dan L_3 . C_1 dan C_2 keduanya adalah jauh lebih besar dari pada C_3 , sehingga frekuensi resonansi hampir seluruhnya tergantung pada nilai dari C_3 . Kapasitansi masukan penguat dan C_1 serta C_2 secara efektif sudah dihilangkan oleh C_3 , dan frekuensi resonansi adalah hampir sama dengan nilai seri untuk Kristal untuk itu sendiri.

2.2 Modulasi Fasa

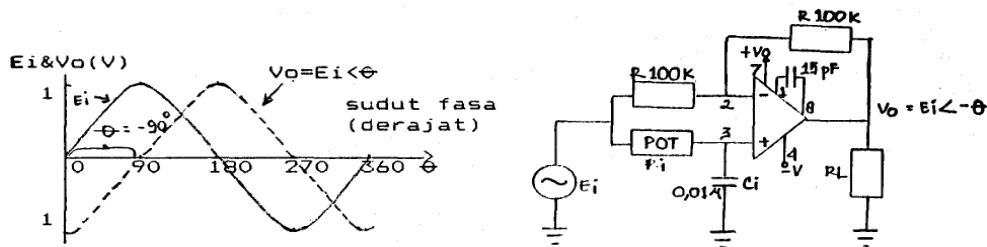
Sebuah rangkaian modulator fasa ideal harus memancarkan suatu gelombang tanpa mengubah amplitudonya tetapi mengubah sudut fasanya sebesar yang ditetapkan sebelumnya. Misalnya, suatu gelombang sinus E_i dengan frekuensi 1 KHz dan harga puncak sebesar 1 V merupakan masukan dari modulator fasa seperti dalam gambar 2. (a). Keluaran V_o mempunyai frekuensi dan amplitude yang sama tetapi meninggalkan E_i 90° , yaitu V_o bergerak melewati 0 V 90° sesudah E_i bergerak melewati 0 V.



(a) Rangkaian nyata

(b) Rangkaian ekuivalennya

Gambar 1. osilator Kristal pierce



a. Tegangan masukan dan tegangan keluaran untuk $\theta = 90^\circ$

b. Rangkaian modulator fasa

Gambar 2. Pancaran Gelombang Sinusoidal rangkaian Modulator Fasa untuk $\theta = 90^\circ$

Apabila sudut fasa θ dari pembawa dibuat menjadi fungsi dari sinyal modulasi, maka akan menghasilkan modulasi fasa. Pembawa tanpa modulasi itu sendiri adalah:

$$E_c = \sin(\omega_c t + \theta_c) \dots\dots\dots(1)$$

$$\omega = 2\pi f_c$$

Dimana,

E_c = Sinyal pembawa
 ω_c = Frekuensi sudut konstan (rad/det)
 θ_c = Sudut fasa (radian)
 t = Waktu (detik)

Jika dimodulasi fasa, θ_c diganti dengan $\theta(t)$,

$$\theta(t) = \theta_c + k E_m \dots\dots\dots(2)$$

Dimana, k = Konstanta defiasi fasa
 E_m = Sinyal modulasi

θ_c pada persamaan tersebut dapat dihapuskan dari persamaan karena merupakan konstanta yang tidak mempengaruhi modulasi. Dengan membuat $e_m = E_m \text{ maks } m(t)$ maka persamaan diatas ditulis:

$$\theta(t) = \Delta \theta m(t) \dots\dots\dots(3)$$

$$\Delta \theta = \text{kem maks}$$

Dimana, $\Delta \theta$ = Defiasi fasa puncak

Dengan memasukan persamaan $\theta(t) = \theta m(t)$ dalam persamaan $e_c = \sin(\omega_c t + \theta t)$ didapat rumus untuk gelombang yang dimodulasi fasa.

$$e = \sin[\omega_c t + \Delta \theta m(t)] \dots\dots\dots(4)$$

untuk modulasi sinusoidal, persamaan diatas menjadi:

$$e = \sin(\omega_c t + \Delta \theta \sin \omega_m t) \dots\dots\dots(5)$$

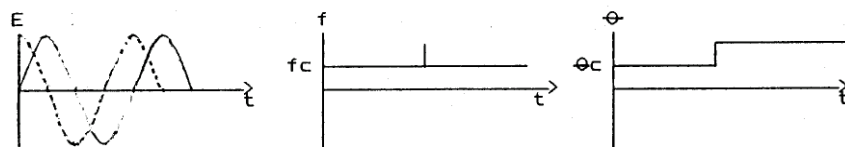
Pada modulasi fasa, amplitudo tetap konstan sedangkan sudut fasa mengikuti perubahan tangga dengan waktu, seperti pada gambar 3.

Perubahan fasa diukur dengan berpedoman pada fasa yang seharusnya akan terjadi tanpa adanya modulasi. Setelah perubahan tangga dalam fasa, pembawa sinusoidal akan tampak seolah-olah merupakan perpanjangan dari lengkung garis putus-putus.

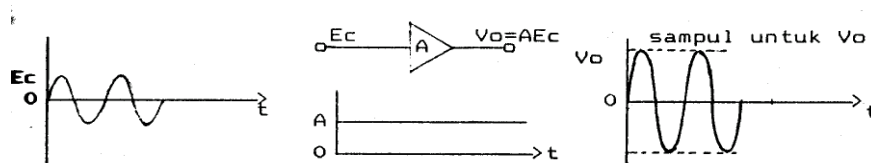
2.3 Modulator Amplitudo

Pada sinyal audio frekuensi rendah tidak dapat dipancarkan dari antena-antena yang ukurannya cukup besar. Sinyal audio dipancarkan dengan mengubah atau memodulasi beberapa sifat dari suatu gelombang pembawa frekuensi tinggi. Jika amplitudo gelombang pembawa ini dirubah menjadi sebanding dengan sinyal tersebut, maka prosesnya disebut *modulasi amplitudo (AM)*.

Untuk modulator amplitudo dimulai dengan penguat dalam gambar 4. (a). tegangan masukan E_c diperkuat oleh suatu gain A dan E_c . Sekarang anggaplah bahwa gain penguatnya berubah-ubah. Konsep ini dinyatakan oleh sebuah panah yang melalui A dalam gambar 4. (b).

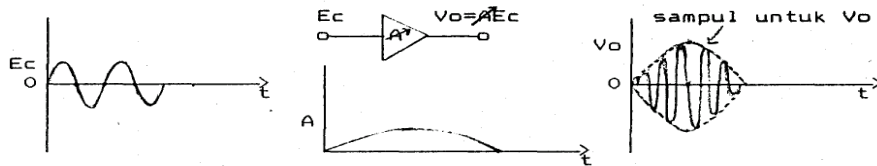


Gambar 3. Memodulasi dengan suatu bentuk gelombang tangga

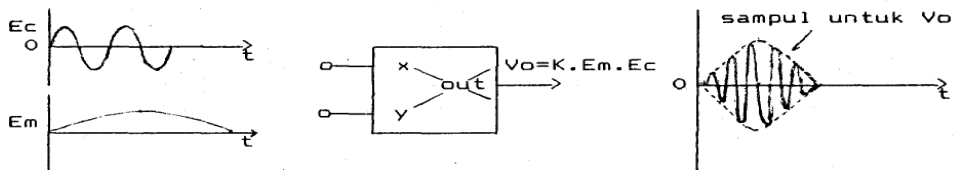


a. Masukan E_c diperkuat oleh gain tetap A agar memberikan $V_o = A E_c$.

Gambar 4. Gambaran dari modulasi amplitudo

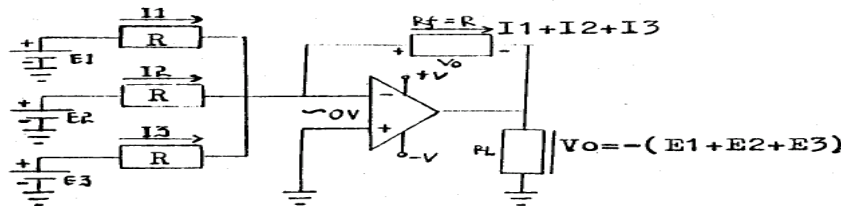


- b. Jika gain penguat A berubah-ubah bersama waktu, maka sampul dari V0 berubah-ubah bersama waktu.



- c. Jika Em berubah-ubah seperti A gambar (b), maka V0 mempunyai bentuk umum yang sama seperti gambar (b)

Gambar 4. Gambaran dari modulasi amplitude (lanjutan)



Gambar 5. Penjumlahan pembalik

Misalkan bahwa A diubah-ubah dari 0 sampai suatu maksimum dan kembali ke 0 seperti diperlihatkan dalam gambar 4. (b) oleh gambar A Vs t. ini berarti bahwa penguat mengalikan tegangan masukan E_c dengan suatu harga (gain) yang berbeda pada jangka waktu tertentu. Sekarang V_0 adalah amplitude masukan E_c yang diubah-ubah atau dikalikan dengan amplitude A. proses ini merupakan sebuah contoh modulasi amplitude, dan tegangan keluaran V_0 disebut isyarat termodulasi amplitude. Karena, untuk memperoleh suatu isyarat termodulasi amplitude (V_0). Amplitude dari isyarat pembawa frekuensi tinggi (E_c) diubah-ubah oleh sebuah isyarat berita atau informasi.

2.4 Amplitudo

Dalam penjumlahan dari gambar 5. semua arus masukannya mengalir melalui tahanan umpan

balik R_f , artinya I_1 tidak mempengaruhi I_2 atau I_3 . Secara lebih umum, arus-arus masukannya tidak saling mempengaruhi karena masing-masing menghadapi potensial ground pada simpul penjumlahan tersebut. Karenanya, arus-arus masukan dan akibatnya tegangan-tegangan masukan E_1 , E_2 dan E_3 tidak saling mempengaruhi.

Ciri ini khususnya dikehendaki dalam suatu pembaur audio. Sebagai contoh, misalkan E_1 , E_2 dan E_3 digantikan oleh mikropon-mikropon. Tegangan-tegangan AC dari tiap mikropon akan dijumlahkan atau dibaurkan pada setiap saat. Kemudian jika satu mikropon membawa music gitar, maka music ini takkan keluar dari sebuah mikropon kedua yang menghadap penyanyinya. Jika suatu pengendali volume 100 K dipasang diantara tiap mikropon dan tahanan masukan masing-masing, volume relative masing-masing dapat distel

dan dapat dijumlahkan. Sehingga seorang penyanyi yang bersuara lemah dapat terdengar mengatasi suara gitar yang sangat nyaring.

3. Metodologi Perancangan

3.1 Tujuan perancangan

Perancangan ini bertujuan untuk mendesain dan mengembangkan suatu alat, dengan mempertimbangkan segi kualitas (nilai keteknikan), segi ekonomis dan nilai estetikanya, sekaligus untuk meningkatkan kelancaran penyelesaian proyek ini melalui langkah-langkah kerja, sehingga dapat memberi gambaran keberhasilan proyek sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan.

3.2 Langkah-langkah perancangan

Agar tujuan ini dapat diwujudkan maka sebaiknya dapat menempuh langkah-langkah yang ditentukan yang dapat menunjang dalam menyelesaikan perancangan ini .

Pada bagian perancangan ini merupakan bagian elektronik yang dilaksanakan blok demi blok yang akhirnya merupakan gabungan dari blok-blok tersebut sehingga terwujud suatu sistem. Adapun rangkaian yang dirancang adalah osilator Kristal, matriks audio, modulasi fasa, dan modulasi amplitude.

Langkah-langkahnya sebagai berikut :

- Rancangan rangkaian
- Pengetesan rangkaian pada papan protoboard
- Pembuatan tata letak komponen
- Perancangan papan rangkaian tercetak (PCB)
- Pemasangan komponen
- Pengaturan pengawatan dalam sistem
- Perancangan chasis

3.3 Alasan pemilihan komponen

Pemilihan komponen disini adalah cara penulis dalam memilih komponen sesuai daftar komponen. Komponen tersebut dicek keberadaannya dipasaran dengan mempertimbangkan :

- Harga komponen.
- Tidak rusaknya komponen

3.4 Diagram Blok

Diagram blok digambarkan pada gambar 6.

3.5 Hasil perancangan rangkaian

Untuk mendapatkan hasil perancangan, semua bagian rancangan digabung menjadi satu sesuai dengan posisinya, setelah itu baru digabung dengan bagian lainnya. Hasil perancangan rangkaian pada gambar 7.

4. Hasil dan pembahasan

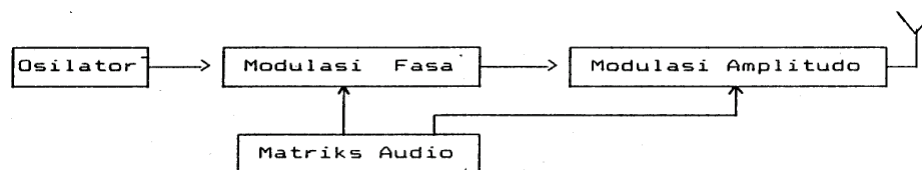
4.1 Hasil pengukuran

Pengukuran dilakukan dengan cara perblok yaitu osilator, modulasi fasa, matriks audio, dan modulasi amplitude. Dari beberapa blok diatas pengamatannya menggunakan data *spice* dan *ewba* yaitu dengan memasukan data rangkaian atau rangkaianannya sehingga outputnya dapat langsung diamati yang disesuaikan dengan yang diinginkan.

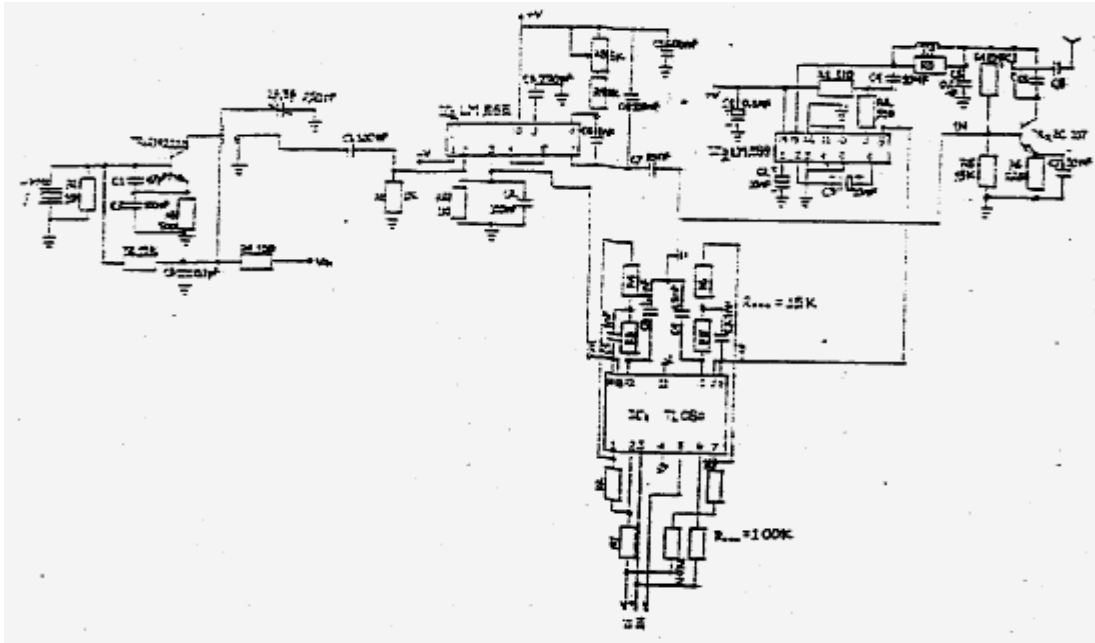
a. Osilator

Pada rangkaian osilator mempunyai peranan yang penting, sebab rangkakan ini mengeluarkan frekuensi tinggi yang dibutuhkan dalam memodulasi sinyal-sinyal untuk dipancarkan.

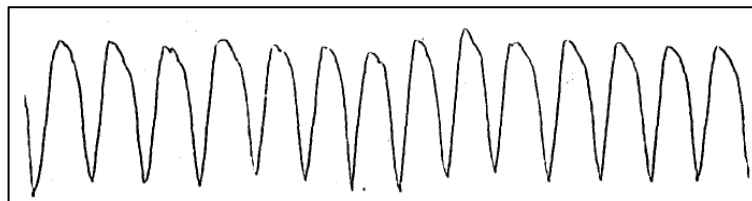
Output dari isolator diperoleh dari C3 dimana terlihat sinyal dari osilator mempunyai tingkat kestabilan amplitudonya agak rendah, dengan frekuensi 4 MHz yang sesuai dengan nilai dari Kristal yang digunakan.



Gambar 6. Diagram blok d Stereo ari pemancar AM



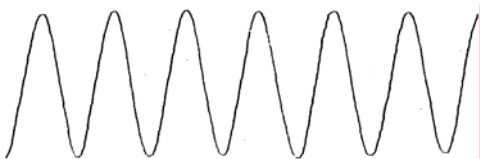
Gambar 7. rangkaian lengkap pemancar AM STEREO



Gambar 8. output osilator (3,5 X 0,5 Vpp)

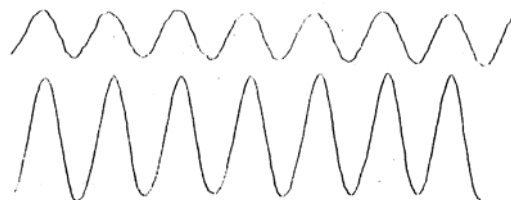
b. Modulasi Fasa

Keluaran dari rangkaian modulator fasa adalah dalam bentuk sinyal sinus dengan frekuensi 5 MHz tegangan amplitudonya 2 Vpp.



Gambar 9, output modulator fasa (4 X 0,5 Vpp)

amplitudon masing-masing yaitu 1,1 Vpp dan 2,1 Vpp



Gambar 10. Output Matriks Audio

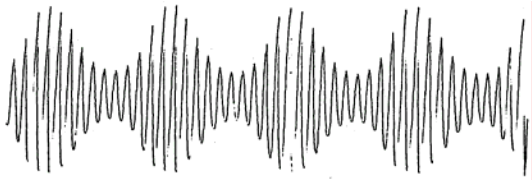
c. Matriks Audio

Keluaran pada rangkaian matriks audio ini berupa sinyal sinus yang masing-masing frekuensinya 100 Hz dan 200 Hz. dan tegangan

d. Modulasi Amplitudo

Hasil dari modulator amplitude adalah berupa sinyal sinus yang frekuensi carriernya 4 MHz dan frekuensi audionya masing-masing 4 KHz,

serta tegangan amplitude maksimum 5,6 Vpp dan tegangan amplitude minimum 1,6 Vpp.



Gambar 11. Output Modulator amplitude. TB= 0,1 ms 5,6 X 1 Vpp (max), 1,6 X 1 Vpp (min)

4.2 Pembahasan

Pada rangkaian osilator ini mempunyai peranan yang penting, sebab rangkaian ini mengeluarkan frekuensi tinggi yang dibutuhkan dalam memodulasi sinyal-sinyal untuk dipancarkan.

Output dari osilator diperoleh dari C3 dimana terlihat sinyal dari osilator mempunyai tingkat kestabilan amplitudonya agak rendah, dengan frekuensi 4 MHz yang sesuai dengan nilai dari Kristal yang digunakan.

Frekuensi resonansi yang diperoleh pada osilator sudah mendekati antara teori dan praktek. Pergeseran atau penyimpangan yang terjadi banyak dipengaruhi oleh cacat yang kecil pada kumparan osilator dan juga pengaruh suhu.

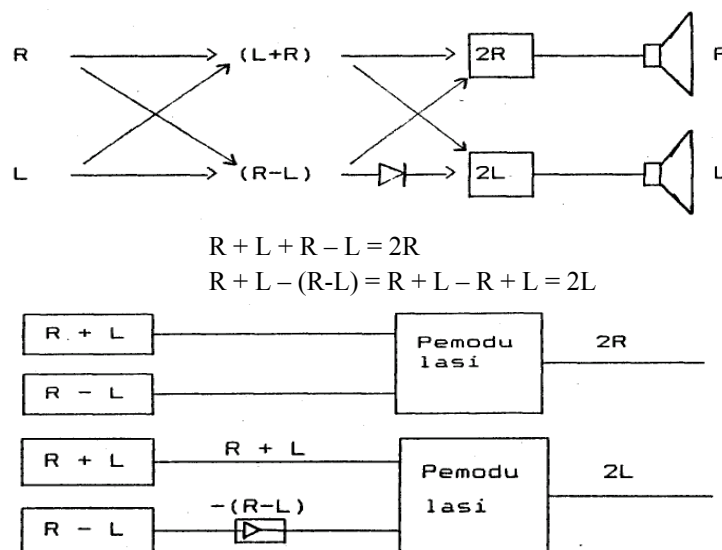
Pada matriks audio, sinyalnya diperoleh dari kaki 14 dan kaki 8 dari IC 2, jadi mempunyai 2 output yang berbeda, dimana sinyal ini hanya mempunyai kemampuan tertentu, apabila diberikan sinyal lebih maka akan terjadi kecacatan sinyal.

Rangkaian matriks ini membagi sinyal masuk yang rangkaiannya dirancang sedemikian rupa sehingga output keluaran mempunyai perbedaan sinyal. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 12.

Dari table pengukuran filter maka didapatkan kurva antara frekuensi masukan dan tegangan dari puncak ke puncak yang merupakan karakteristik dari filter tersebut.

Pada rangkaian matriks audio ini dalam menganalisisnya digunakan ewba yang dimana rangkaiannya dimasukkan sebagai data-datanya yang dapat dilihat langsung outputnya, apabila output yang dikehendaki kurang mendekati dari yang sebenarnya komponen dapat dirubah-rubah berdasarkan nilainya agar outputnya diusahakan mendekati dari teori.

Selanjutnya output dari modulator fasa diperoleh dari C8 dimana sinyalnya mengalami pergeseran yang tergantung pada frekuensi-frekuensi dari audio



Gambar 12. Gambaran dari matriks audio

Pada rangkaian ini jika dimisalkan sinyal dengan frekuensi 4 KHz, maka keluarannya adalah suatu gelombang yang sama tanpa mengubah frekuensi dan amplitudonya tetapi pergeseran fasanya memimpin sebesar 44° yaitu keluaran bergerak tidak melewati titik 0 sebelum frekuensi masukan bergerak melewati titik 0. Secara sistematis, keluaran dapat dinyatakan oleh:

$$V_0 = E_i < 180^\circ - \theta$$

Dimana θ = besarnya pergeseran fasa

Besarnya pergeseran fasa 44° , dilihat dari:

$$\theta = 2 \arctan 2\pi fRC$$

Diketahui $R = 1 \text{ k}\Omega$ dan $C = 100 \text{ nF}$, maka :

$$\begin{aligned}\theta &= 2 \arctan 6,28 \cdot 4 \times 10^3 \cdot 100 \times 10^{-9} \\ &= 2 \arctan 2,5 \\ &= 2 \times 68,3^\circ \\ &= 136^\circ\end{aligned}$$

Maka pernyataan umumnya untuk tegangan keluaran dari rangkaian modulator fasa itu adalah:

$$\begin{aligned}V_0 &= E_i < 180^\circ - 136^\circ \\ &= E_i < 44^\circ\end{aligned}$$

- Apabila sinyal yang masuk dengan frekuensi 5 KHz maka,
 $\theta = 2 \arctan 6,28 \cdot 5 \times 10^3 \cdot 1 \times 10^3 \cdot 100 \times 10^{-9}$
 $= 145^\circ$
 $V_0 = E_i < 180^\circ - 145^\circ$
 $= E_i < 35^\circ$
- Apabila sinyal yang masuk dengan frekuensi 6 KHz maka,
 $\theta = 154^\circ$
 $V_0 = E_i < 30^\circ$

- Apabila sinyal yang masuk dengan frekuensi 7 KHz maka,
 $\theta = 154^\circ$
 $V_0 = E_i < 26^\circ$
- Apabila sinyal yang masuk dengan frekuensi 10 KHz maka,
 $\theta = 162^\circ$
 $V_0 = E_i < 18^\circ$

Dengan memperhatikan hasil-hasil dari (V_0) dan sinyal-sinyal yang dimasukkan maka, dengan bertambahnya sinyal-sinyal yang masuk akan terjadi pergeseran fasa yang makin kecil. Pada nantinya pergeseran tersebut akan mendekati nol derajat.

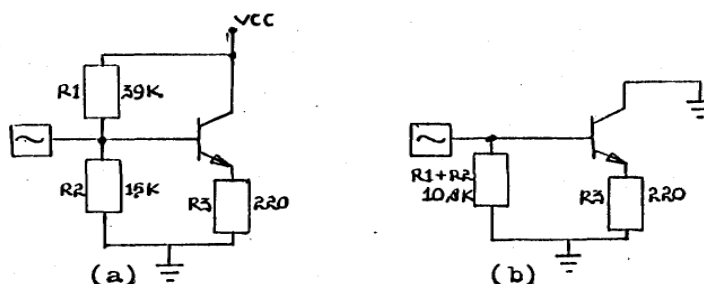
Rangkaian akhir rangkaian-rangkaian ini adalah modulator amplitude dimana keluaran diperoleh dari C_{20} , yang hasilnya merupakan sinyal sinus frekuensi tinggi termulasi dimana carriernya sudah terisi oleh informasi.

Pada modulator amplitude ini digunakan penguat kelas A, dimana jika sinyal AC menggerakkan sebuah penguat, yang sinyal tersebut menyebabkan perubahan arus kolektor dan tegangan. Untuk menemukan titik penjuhan (*saturation point*) dan titik sumbat (*cut off point*). Pada garis beban AC harus menganalisa rangkaian ekivalen ACnya.

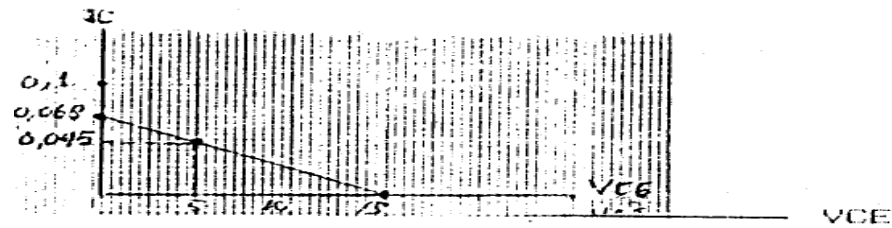
Agar dapat menunjukkan garis beban AC nya maka harus dapatkan ICQ dan VCEQ dengan tegangan DC kira-kira 10 V pada resistor R_3 :

$$I_{CQ} = \frac{V}{R} = \frac{10 \text{ V}}{220} = 0,045 \text{ A}$$

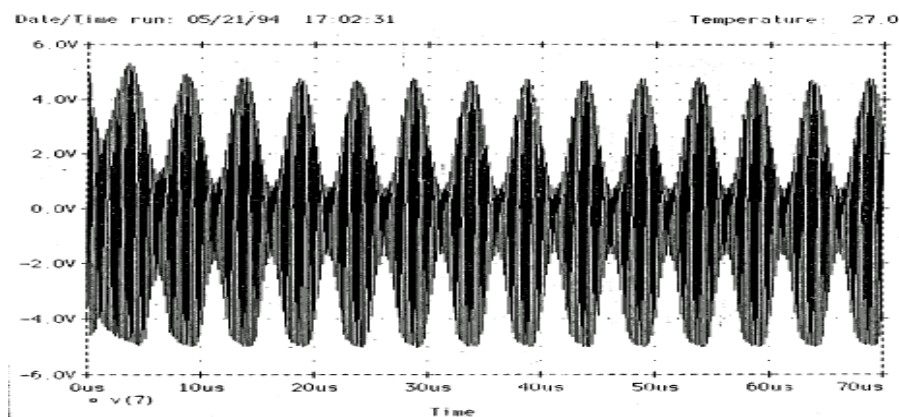
$$V_{CEQ} = 15 - 10 = 5 \text{ V}$$



Gambar 13. Rangkaian penguat kelas A serta rangkaian ekivalen AC nya.



Gambar 14. Menunjukkan titik Q dan garis beban AC



Gambar 15 hasil keluaran dari modulator amplitud dengan menggunakan data *spice*

Kemudian membayangkan rangkaian ekuivalen AC seperti pada gambar 13 (b), karena $R_C = 0$ dan $R_E = 220 \text{ ohm}$, lalu menghitung ujung-ujung dari garis beban sebagai berikut:

$$\begin{aligned} I_{C(\text{sat})} &= I_{CQ} + \frac{V_{CEQ}}{R_C + R_E} \\ &= 0,045 + \frac{5}{220} = 0,068 \text{ A} \\ V_{CE(\text{cut off})} &= V_{CE} + I_{CQ}(R_C + R_E) \\ &= 5 + 0,045(220) = 15 \text{ V} \end{aligned}$$

Maka dapatlah digambarkan garis beban AC nya seperti pada gambar 14.

Garis beban AC adalah alat peraga untuk memahami operasi sinyal besar. Selama setengah periode positif dari tegangan sumber AC, arus kolektor berayun dari titik Q ke atas arah penjenahan. Pada setengah periode negative dari tegangan sumber AC, arus kolektor berayun dari titik Q ke bawah ke arah titik sumbat (*cut off*).

Dalam hubungannya dengan garis beban AC, operasi kelas A berarti tidak ada pengungtingan yang terjadi pada salah satu ujung dari garis beban.

Rangkaian ini juga menggunakan data yaitu data *spice* dimana harga-harga dari setiap komponen dicantumkan dan pemberian kode setiap titik pertemuan antara komponen. Setiap titik pertemuan komponen yang outputnya dapat langsung juga diamati dimana outputnya bisa dirubah-rubah sesuai dengan teori.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pembuatan alat serta pengukuran dan pengamatan tugas akhir ini maka diambil kesimpulan:

- Pada pemancar AM stereo menggunakan modulator amplitud jalur sisi ganda pembawa penuh dan modulator fasa.

- b. Osilator sangat berperan dalam menghasilkan kualitas sinyal yang merupakan sinyal pembawa dari sinyal audio.
- c. Amplitude dan frekuensi pada keluaran modulator fasa dan modulator amplitude tergantung pada amplitude dan frekuensi osilator. Dengan demikian perubahan yang terjadi pada osilator menyebabkan pada modulator fasa dan modulator amplitude.
- d. Pada modulator fasa, apabila sinyal input yang dimasukkan makin besar maka pergeseran yang terjadi semakin kecil.
- e. Penguat kelas A digunakan untuk mendapatkan siklus output yang tak tergunting (*clipped*) dengan kemungkinan yang terbesar.

5.2 Saran

- a. Pada pembuatan lilitan harus diperhatikan, hendaknya dibuat ketat (tidak renggang) karena akan berpengaruh pada sinyal yang dihasilkan.
- b. Untuk mendapatkan hasil yang memuaskan, osilator harus lebih diperhatikan karena memegang peranan penting untuk menghasilkan sinyal.
- c. Pada waktu penyolderan alat hendaknya jangan terlalu lama agar tidak rusak terutama pada komponen-komponen aktif.
- d. Diusahakan agar penempatan dari sumber tegangan tidak terbalik.
- e. Oleh karena penerima dari pemancar ini belum ada di pasaran maka, untuk mengetahui kestereoan dari alat ini yaitu dengan menggunakan dua Function Generator sebagai sinyal informasi dan osiloskop sebagai pendeteksinya.

6. Daftar Pustaka

- Coughlin F. Robrt dan Driscoll F. Frederick ,1985,
Penguat Operasional dan Rangkaian Terpadu Linier, Edisi kedua.
Dialihbahasakan oleh Ir. Herman Widodo
Soemitro, Jakarta, Erlangga
- Foulsham W. dan Co Ltd. ,1992, Data dan Persamaan Transistor Edisi ke empat ,
Dialihbahasakan oleh PT Elex Media Komputindo. Jakarta : PT Elex Media Komputindo.
- Malvino. ,1992, Prinsip-prinsip Elektronika, edisi kedua., Dialihbahasakan oleh Hanapi Gunawan, . Erlangga, Jakarta .

- Roddy Dennis dan Coolen John, 1990, Komunikasi Elektronika Jilid 1 dan 2 edisi ketiga.
Dialihbahasakan oleh Ir. Kamal Idris., Erlangga, Jakarta.
- S. Wasito, 1986, Kumpulan Data Penting Komponen Elektronika, PT Multimedia. Jakarta
- Wiweko Ari dan Grades ITB. ,1987, “problem Anda”. Majalah Elektron no 37 TH. XIII. Himpunan Mahasiswa Elektroteknik ITB., Bandung.